

Treating municipal sludge

Patent Number: DE19752371
Publication date: 1998-06-10
Inventor(s):
Applicant(s): KERN MARTIN (DE); LUTZ WERNER (DE)
Requested Patent: ☐ DE19752371
Application Number: DE19971052371 19971126
Priority Number(s): DE19971052371 19971126; DE19961049162 19961127
IPC Classification: C02F11/00; B01J19/08; C02F1/48; A61L2/02
EC Classification: C02F11/00, C02F1/48, C02F11/04
Equivalents:

Abstract

Treat municipal sludge wastes comprises subjecting the wastes to electrical pulse discharges to kill and split open biological substances, freeing water which is not liberated by a mechanical process. The water is within cells, adheres to the surface of matter and is adsorbed. High voltage pulse charges are discharged into the biological sludge and the biological substance is broken apart and/or killed by the electrical field generated by the high voltage flow along the cell walls and/or a shock wave generated under certain conditions. The voltage, current, electrical field strength and the effect of the current vary and the electrical impulses are introduced by flat-surface electrodes (bare, insulated or part-insulated) generating high electrical field strength at low frequency (e.g. 120 kV/cm at 5 Hz).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 52 371 A 1

51 Int. Cl.⁶:
C 02 F 11/00
B 01 J 19/08
C 02 F 1/48
A 61 L 2/02

21 Aktenzeichen: 197 52 371.4
22 Anmeldetag: 26. 11. 97
43 Offenlegungstag: 10. 6. 98

DE 197 52 371 A 1

66 Innere Priorität:
196 49 162. 2 27. 11. 96

71 Anmelder:
Kern, Martin, 68753 Waghäusel, DE; Lutz, Werner,
67354 Römerberg, DE

72 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Behandlung und Konditionierung von biologischen Schlämmen durch Stoßspannungsentladung

57 Technische Aufgabe und Zielsetzung
Das Verfahren schließt biologische Zellsubstanz auf bzw. tötet diese ab. Dadurch wird die Entwässerbarkeit von biologischen Schlämmen verbessert, ein kostengünstiger Zellaufschluß zur Desintegration der Schlamminhaltsstoffe sowie eine Erhöhung der Ausbeute bei der anaeroben Umsetzung von Biomasse erreicht.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, das es ermöglicht Zellstrukturen in biologischen Schlämmen aufzubrechen bzw. abzutöten.

Dies soll bei geringen Investitions- und Betriebskosten mit möglichst wenig unerwünschten Nebenreaktionen erfolgen.

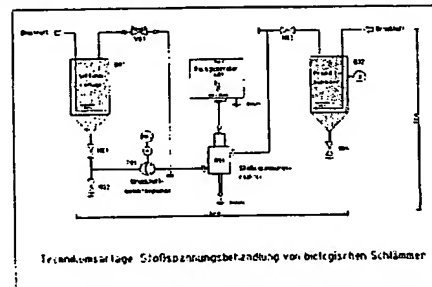
Das Abtöten/Aufbrechen der Zellstrukturen ist in mehrfacher Hinsicht erstrebenswert:

1. Freisetzen von gebundenem Wasser (z. B. Zellwasser), um eine mechanische Abtrennung zu ermöglichen;
2. Freisetzen von Nährstoffen zum weiteren aeroben Abbau (Desintegration);
3. Freisetzen von Nährstoffen zum weiteren, beschleunigten anaeroben Abbau;
4. Hygienisierung des Schlammes durch das Abtöten der Bakterien (Zellen).

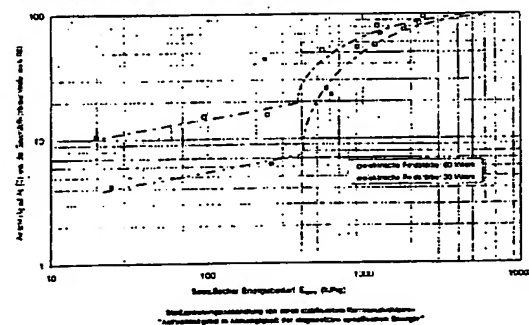
Die Behandlung bzw. Konditionierung des biologischen Schlammes erfolgt durch das Einleiten von Stoßspannungsentladungen in den fließfähigen/flüssigen Schlamm.

Bei der Einleitung der Spannungsimpulse über flächige (blank, isoliert, teilisoliert) Elektroden entstehen hohe elektrische Feldstärken bei niedriger Frequenz (z. B. 120 kV/cm bei 5 Hz).

Technikumsanlage: Stoßspannungsbehandlung von biologischen Schlämmen



Stoßspannungsbehandlung von aerob stabilisiertem Kommunalschlamm
Aufschlußgrad in Abhängigkeit der eingesetzten spezifischen Energie



DE 197 52 371 A 1

Beschreibung

Anwendungsgebiet

Das Verfahren verbessert die Entwässerbarkeit von biologischen Schlämmen (z. B. Kommunalschlämme), reduziert den Schlammanfall in Kommunalkläranlagen (desintegrierte Schlamminhaltsstoffe als Substrat) und erhöht die Ausbeute bei Umsetzungsprozessen (z. B. Faulung von Biomasse).

Stand der Technik

1. Konditionierung vor Entwässerungseinrichtungen

Die Konditionierung biologischer Schlämme vor Entwässerungseinrichtungen wie z. B. Kammerfilterpresse, Bandfilter, Zentrifuge usw. wird durchgeführt um die Schlämme entwässerbar zu machen bzw. die Entwässerbarkeit zu verbessern. Dabei werden folgende Verfahren praktiziert:

Physikalische Verfahren

- Mechanische Konditionierung (Beimischung geeigneter Feststoffe)
- Gefrierkonditionierung (Abkühlen des Schlammes)
- Hochthermische Konditionierung (Erhitzen des Schlammes auf 180–230°C)
- Niederthermische Konditionierung (Erhitzen des Schlammes auf 60–80°C)

Chemische Verfahren

- Zugabe anorganischer Konditionierungsmittel (z. B. Metallsalze, Kalk)
- Zudosierung anorganischer Konditionierungsmittel (z. B. Polyelektrolyte)

Die benannten Verfahren werden auch kombiniert angewendet.

2. Behandlung von Rücklaufschlamm in biologischen Kläranlagen

Standard

- Der Rücklaufschlamm wird unbehandelt in die Belebungsstufe zurückgeführt um den Austrag an Biomasse zu begrenzen.

Aktuelle Entwicklung

- Ein Teilstrom des Rücklaufschlammes wird mechanisch zerkleinert. Die so aufgeschlossene Zellsubstanz wird im aeroben Prozeß der Belebungsstufe abgebaut und dadurch der Schlammanfall reduziert.

3. Stabilisierung/Behandlung von Faul-, Rohschlamm in biologischen Kläranlagen

Zur Stabilisierung der Rohschlämme werden aerobe und anaerobe Verfahren sowie eine Kombination aus beiden angewendet.

- Beim aeroben Verfahren werden durch eine Belüftung des Schlammes alle abbaubaren Substanzen "verstoffwechselt" bis nur noch eine endogene Atmung festzustellen ist. Die Zeitdauer bis zu einer ausreichenden

den Stabilisierung kann bis zu 30 Tagen betragen.

- Bei der Schlammfäulung (anaerobes Verfahren) wird unter definierten Randbedingungen ein anaerober Abbau der Wasserinhaltsstoffe durchgeführt. Dabei entstehende Faulgase werden zur Stromgewinnung bzw. zu Heizzwecken eingesetzt.

Literatur zum Stand der Technik

- Arbeitsbericht des ATV/BDE/VKS-Fachausschuß 3.2 "Stabilisierung, Entseuchung, Eindickung, Entwässerung und Konditionierung von Schlämmen"

Nachteile des Stands der Technik

Bei der Behandlung bzw. Konditionierung von biologischen Schlämmen durch Stoßspannungsentladungen handelt es sich um ein physikalisches Verfahren.

Nachteile der sonst üblichen Verfahren

1. Konditionierung vor Entwässerungseinrichtungen

- Mechanische Konditionierung (Beimischung geeigneter Feststoffe)
 - Erhöhung der zu entsorgenden bzw. zu verwertenden Schlammmasse durch Feststoffzugabe → steigende Betriebskosten
 - Dosierung bzw. geregelte Dosierung erforderlich → erhöhter Hantierungsaufwand
 - keine Freisetzung des Zellwassers → Zellwasser kann nicht mechanisch entfernt (entwässert) werden
- Gefrierkonditionierung (Abkühlen des Schlammes)
 - hohe Energiekosten
 - keine kontinuierliche Betriebsweise möglich
 - hohe Investitionskosten
- Hochthermische Konditionierung (Erhitzen des Schlammes auf 180–230°C)
 - sehr hohe Energiekosten
 - aufwendige Anlagentechnik aufgrund der hohen Temperaturen und Drücke (10–25 bar)
 - aufwendige Sicherheitstechnik
 - sehr hohe Schadstoffrückbelastung der Kläranlage durch Laugungsvorgänge
 - Erzeugung schwer abbaubarer Wasserinhaltsstoffe → Überlastung der Kläranlage; Grenzwertüberschreitungen im Ablauf der Kläranlage
 - zusätzliche Investition (Verfahrensunsicherheit) durch erforderliche Rückkühlung des Schlammes
 - Dampfemissionen, Geruchsproblematik → schlechte Arbeitsbedingungen für das Betriebspersonal, schlechte Akzeptanz in der Bevölkerung
- Niederthermische Konditionierung (Erhitzen des Schlammes auf 60–80°C)
 - hohe Energiekosten
 - hohe Schadstoffrückbelastung der Kläranlage durch Laugungsvorgänge
 - lange Verweilzeit des Schlammes → große Apparate → hohe Investitionskosten
- Zugabe anorganischer Konditionierungsmittel (z. B. Metallsalze, Kalk)
 - Erhöhung der zu entsorgenden bzw. zu verwertenden Schlammmasse durch Feststoffzugabe → steigende Betriebskosten
 - Reduzierung des Heizwertes → schlechte Voraussetzung für eine Verbrennung

2. Behandlung von Rücklaufschlamm in biologischen Kläranlagen

- Rücklaufschlamm wird nicht behandelt.
 - Aufgrund geltender Verordnungen ist eine zusätzliche Reinigung des Abwassers durch eine weitere Behandlungsstufe erforderlich. Daraus resultiert ein Ansteigen der Schlammnassen.
 - Bei aeroben Abbauvorgängen werden unter der Entstehung von CO_2 ca. 50% der Biomasse verbraucht. Der Rücklaufschlamm besteht deshalb zu ca. 50% aus aerob nicht abbaubarer Zellschubstanz. Beim erneuten passieren des Belebungsbeckens ist also kein weiterer Abbau möglich.
- Rücklaufschlamm wird mechanisch zerkleinert und in der Belebungsstufe weiter abgebaut. (Desintegration)
 - Die zur Zeit probeweise eingesetzten Geräte (Kugelmühle, Hochdruckhomogenisator, Ultraschallhomogenisator, Scherspalthomogenisator) sind störänfällig (hohe Apparatkosten) und weisen einen hohen Energiebedarf auf. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen führen deshalb nur in wenigen Fällen zu einem positiven Ergebnis.

3. Stabilisierung/Konditionierung von Faul-, Rohschlamm in biologischen Kläranlagen

- aerobe Stabilisierung/Konditionierung
 - geringe Löslichkeit von Luftsauerstoff in Wasser → hohe Betriebskosten (nur für kleine Kläranlagen bis einige tausend EWGs praktikabel)
- anaerobe Stabilisierung/Konditionierung
 - Anaerobe Reaktionen weisen kleine Umsatzraten auf → hohe Verweilzeiten (bis zu 15 Tagen) → große Apparatedimension → hohe Investitionskosten

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, das es ermöglicht Zellstrukturen in biologischen Schlämmen aufzubrechen bzw. abzutöten und somit gebundenes Wasser freizusetzen.

Dies soll bei geringen Investitions- und Betriebskosten mit möglichst wenig unerwünschten Nebenreaktionen erfolgen.

Das Abtöten/ Aufbrechen der Zellstrukturen ist in mehrfacher Hinsicht erstrebenswert:

1. Freisetzen von gebundenem Wasser (z. B. Zellwasser) um eine mechanische Abtrennung zu ermöglichen;
2. Freisetzen von Nährstoffen zum weiteren aeroben Abbau (Desintegration);
3. Freisetzen von Nährstoffen zum weiteren, beschleunigten anaeroben Abbau;
4. Hygienisierung des Schlamms durch das Abtöten der Bakterien (Zellen);

Lösung der Aufgabe

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Die Konditionierung von biologischen Schlämmen mit

Hochspannungsentladungen hat in den einzelnen Anwendungsgebieten folgende Vorteile:

1. Konditionierung vor Entwässerungseinrichtungen

- Erhöhung des Nettotrockenrückstands im mechanisch entwässerten Schlamm durch die Freisetzung von gebundenem Wasser (z. B.: Zellwasser)
- niedriger Energieverbrauch da das Schlammwasser nicht erhitzt wird
- einfache Anlagentechnik, bewährte Meßtechnik
- kontinuierliche und diskontinuierliche Betriebsweise möglich
- keine Zumischung von Feststoffen (Füllstoffen)
- geringerer Verbrauch von Flockungsmitteln/-hilfsmitteln
- geringere Rückbelastung der Kläranlage aufgrund reduzierter Laugungsvorgänge
- Verbesserung des Sedimentationsverhaltens, höherer TR im Sediment
- keine Entstehung von nicht oder schwer abbaubaren Wasserinhaltsstoffen aufgrund fehlender Temperatur- und Druckmerkmale
- Einsparung von Entsorgungs- und Deponiekosten durch höheren TR-Gehalt im mechanisch entwässerten Schlamm
- Erhöhung der Laborscherflügelfestigkeit des entwässerten Schlamms aufgrund des reduzierten Zellwasseranteils
- Hygienisierungseffekte wegen der Abtötung von Keimen und Bakterien
- keine Emission von Dämpfen, Gerüchen usw. aus der Konditionierungsvorrichtung aufgrund geschlossener Ausführung sowie fehlender Temperaturmerkmale

2. Behandlung von Rücklaufschlamm in biologischen Kläranlagen

- Reduzierung der Schlammfracht, da die abgetötete bzw. aufgeschlossene Zellschubstanz weiter aerob abgebaut werden kann
- Reduzierte Investitions- bzw. Betriebskosten für nachgeschaltete Behandlungsstufen aufgrund geringem Schlammanfall
- Glättung von Belastungsspitzen bzw. Nährstoffsenken im Belebungsbecken
- Regelmöglichkeiten des Nährstoffangebots im Belebungsbecken durch den Biomasseaufschluß eines Teilstromes des Rücklaufschlamms

3. Stabilisierung/Konditionierung von Faul-, Rohschlamm in biologischen Kläranlagen

- Erhöhung von Umsatz und Ausbeute durch den Aufschluß der Zellschubstanz
- geringere Verweilzeit des Faulschlamms und dadurch kleinere Baugrößen sowie geringere Investitionskosten
- Verbesserung der mechanischen Entwässerbarkeit

Durchführung von Grundlagenversuchen zur exemplarischen Überprüfung von erfindungsgemäßen Eigenschaften des Verfahrens

Zur Erzeugung der Hochspannungsimpulse (-entladungen) wird ein fünfstufiger, selbstzündender Marx-Generator mit einer Pulsspannung von ca. 250 000 Volt eingesetzt.

Die Anstiegszeit des Impulses beträgt dabei ca. 250 ns, die gesamte Pulsdauer ca. 500 ns ($1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ sec}$). Die Pulsfrequenz beträgt ca. 5 Hz.

Der zu behandelnde Schlamm befindet sich dabei in einem Reaktor mit einem Fassungsvermögen von bis zu 2 Liter. Die Einleitung des Hochspannungsimpulses erfolgt über, im Reaktor angeordnete metallische Oberflächen.

Bei der Behandlung des Schlammes treten bei einer Impulsdauer von $< 1 \mu\text{s}$ ($1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ sec}$) Feldstärken von bis zu 120 kV/cm auf.

Die im Folgenden beschriebenen Versuche werden mit einem batchweise betriebenen Reaktor durchgeführt. Die Befüllung und Entleerung erfolgt manuell.

Prinzipieller Versuchsaufbau siehe **Bild 0**

Versuchsreihe

Behandlung von Kommunalschlamm mit Hochspannungsentladungen "Aufschlußgrad in Abhängigkeit der eingesetzten spezifischen Energie"

Die Versuche werden durchgeführt, indem eine frische, belüftete Schlammprobe in den Reaktor gefüllt und mit einer definierten Anzahl von Impulsen behandelt wird.

Der Erfolg der Behandlung – Zerstörung von Biomasse – erfolgt anhand der Sauerstoffzehrung nach DIN 38 414.

Definition

A_S = Aufschlußgrad aus der Sauerstoffzehrung: Der von 100% subtrahierte Quotient aus der Atmungsrate (DIN 38 414, Teil 6) vor und nach der Behandlung mit Hochspannungsentladungen.

V Versuchsergebnisse siehe **Bild 1**

Versuchsreihe

Behandlung von Kommunalschlamm mit Hochspannungsentladungen "Trockensubstanz im Sediment einer Laborzentrifuge"

Der durch Hochspannungsentladungen behandelte Kommunalschlamm wird in einer Laborzentrifuge bei einer Drehzahl von 4000 1/min über 10 Minuten zentrifugiert und der Trockensubstanzgehalt des Fugats ermittelt. Die Anzahl der Entladungen beträgt bei unterschiedlichen elektrischen Feldstärken 10 bis 500 Entladungen je Volumenansatz.

V Versuchsergebnisse siehe **Bild 2**

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Beispiel 1

Konditionierung vor Entwässerungseinrichtungen (aerob stabilisierter Schlamm)

Voreingedickte Rohschlämme aus Vor- und Nachklärung werden durch das Einperlen von Luft stabilisiert, so daß keine unkontrollierte anaerobe Zersetzung des Schlammes erfolgt. Nach einer Stabilisierungszeit von mehreren Tagen/Wochen ist der aerobe Stoffumsatz abgeschlossen. Im stabilisierten Schlammzustand ist meist auch eine verbesserte Entwässerbarkeit zu beobachten. Werden diese Schlämme entwässert, ist in der Regel ein Trockenrückstand von 20–30% TS (TR) erreichbar.

Dieser geringe Trockensubstanzgehalt ist unter anderem auf den nicht abtrennbaren Anteil von Zellwasser, Adhäsions- und Adsorptionswasser usw. zurückzuführen.

Wird nun der Schlamm vor der mechanischen Entwässerung durch die Vorrichtung zur Stoßspannungskonditionierung behandelt, ist das gebundene Wasser abtrennbar. Der erreichbare Trockenrückstand im Dickschlamm wird dadurch deutlich erhöht.

10 Prinzip Stoßspannungskonditionierung aerob stab. Kommunalschlämme siehe **Bild 03**

Beispiel 2

15 Konditionierung vor Entwässerungseinrichtungen (anaerob stabilisierter Schlamm)

Entsprechend dem Beispiel 1 können auch bei anaerob stabilisierten Schlämmen (Faulschlämme) durch den Einsatz einer Vorrichtung zur Stoßspannungskonditionierung erheblich höhere Trockenrückstandswerte im Dickschlamm erreicht werden.

25 Prinzip Stoßspannungskonditionierung anaerob stab. Kommunalschlämme siehe **Bild 04**

Beispiel 3

Behandlung von Rücklaufschlamm

30 Durch die Behandlung des Rücklaufschlammes durch Stoßspannungsentladungen können die aufgeschlossenen Zellen als Substrat für die Belebungsstufe dienen und dadurch den Schlammanfall reduzieren.

35 Prinzip Stoßspannungsbehandlung von Rücklaufschlamm siehe **Bild 05**

Beispiel 4

40 Behandlung von Faulschlamm zur Erhöhung der Faulgasausbeute

Durch die Behandlung des Schlammes im Faulturm durch Stoßspannungsentladungen werden Faulgasausbeute und Qualität verbessert bzw. ein höherer Mineralisierungsgrad erreicht.

50 Prinzip Stoßspannungsbehandlung von Faulschlamm siehe **Bild 06**

Patentansprüche

55 1. Verfahren zur Behandlung und Konditionierung von biologischen Schlämmen (z. B. Kommunalschlämme) durch Stoßspannungsentladungen. Durch die Konditionierung wird die biologische Substanz abgetötet/aufgeschlossen und bisher nicht mechanisch abtrennbares Wasser (Zellwasser, Adhäsionswasser, Adsorptionswasser usw.) freigesetzt. Das Verfahren ist **dadurch gekennzeichnet**, daß Hochspannungsentladungen in den biologischen Schlamm eingeleitet werden. Das durch den Hochspannungsimpuls erzeugte elektrische Feld, der Stromfluß entlang der Zellwände sowie eine, unter bestimmten Umständen entstehende Schockwelle bewirken das Abtöten/Aufschließen der biologischen Substanz. Spannungshöhe, elektrische Feldstärke sowie Stromeinwirkung können dabei variieren.

2. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es für sämtliche biologische Schlämme bzw. biologisch kontaminierte Flüssigkeiten (Biomasse enthaltende Flüssigkeiten und Suspensionen) eingesetzt werden kann. 5
3. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es zur Verbesserung der Entwässerbarkeit von biologischen Schlämmen, zur Einsparung von Energie bei der Desintegration von kommunalem Klärschlamm und zur Erhöhung der Ausbeute bei anaerober Schlamm- 10
faulung eingesetzt werden kann.
4. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es über den Einsatz in der kommunalen Abwasser- und Schlammbehandlung hinaus auch in der Chemischen Industrie zur Verhinderung von biologischem Belag 15
(Biofouling) in Wärmeträgersystemen (z. B.: Wärmeaustauscher) einsetzbar ist.
5. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es kontinuierlich und batchweise betrieben werden kann und somit mit allen, in der kommunalen Schlammbe- 20
handlung bekannten Entwässerungseinrichtungen kombinierbar ist.
6. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1-5 ist dadurch gekennzeichnet, daß die Hochspannungsimpulse über metallische Ober- 25
flächen direkt bzw. in Abhängigkeit von der Schlammbeschaffenheit über eine isolierte Elektrode in den biologischen Schlamm eingeleitet werden.
7. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1-3 ist dadurch gekennzeichnet, 30
daß die Hochspannungsimpulse mit kleiner Frequenz, jedoch je nach Beschaffenheit des zu behandelnden bzw. zu konditionierenden Mediums mit unterschiedlichen elektrischen Feldstärken betrieben werden kann.
8. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens 35
nach den Ansprüchen 1-5 ist dadurch gekennzeichnet, daß sie aus unterschiedlichen Werkstoffen (Kunststoffe, Stähle, Legierungen) hergestellt und der Konditionierungs-/Behandlungsaufgabe entsprechend aufgebaut sein kann. 40

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

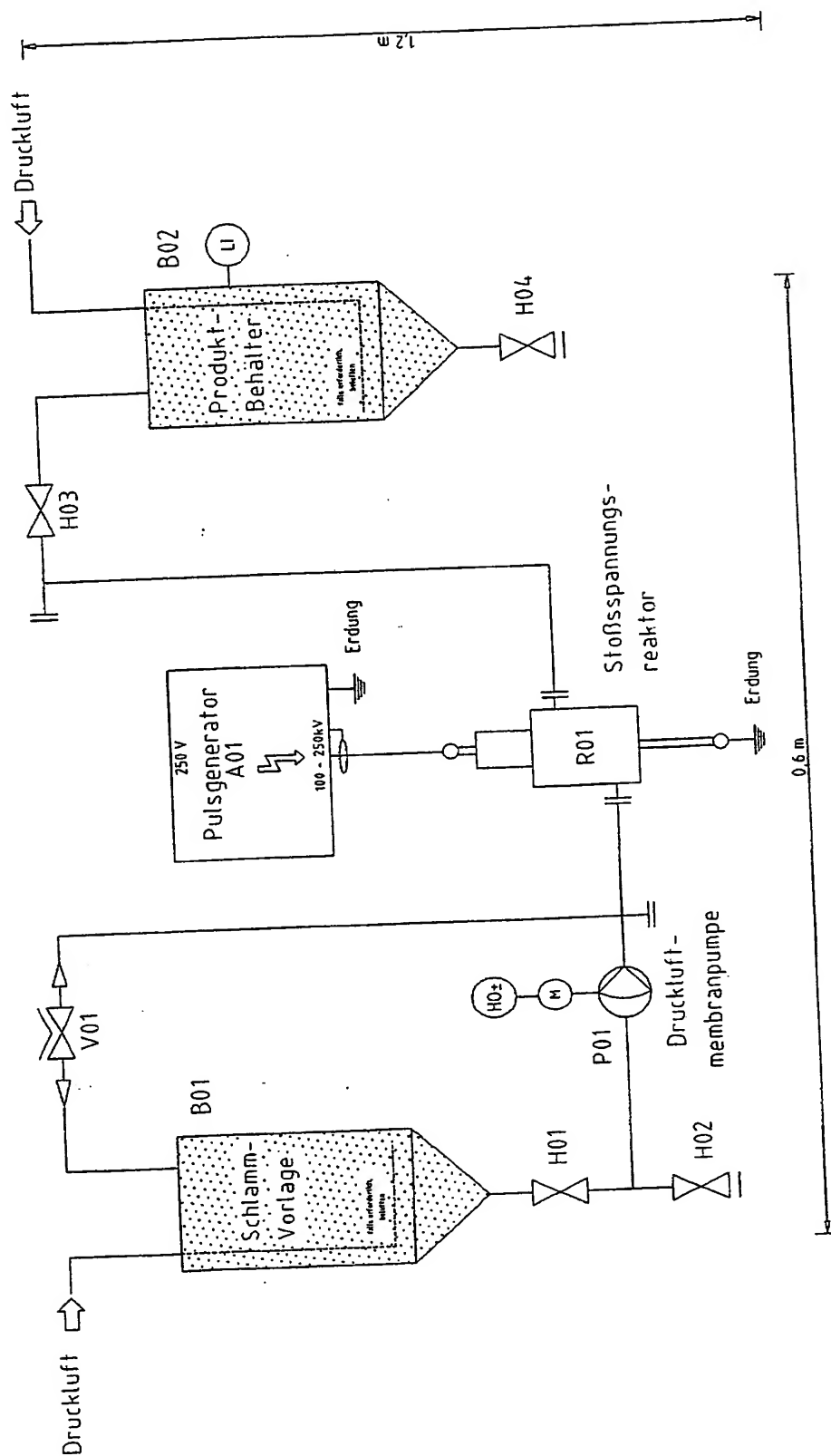
45

50

55

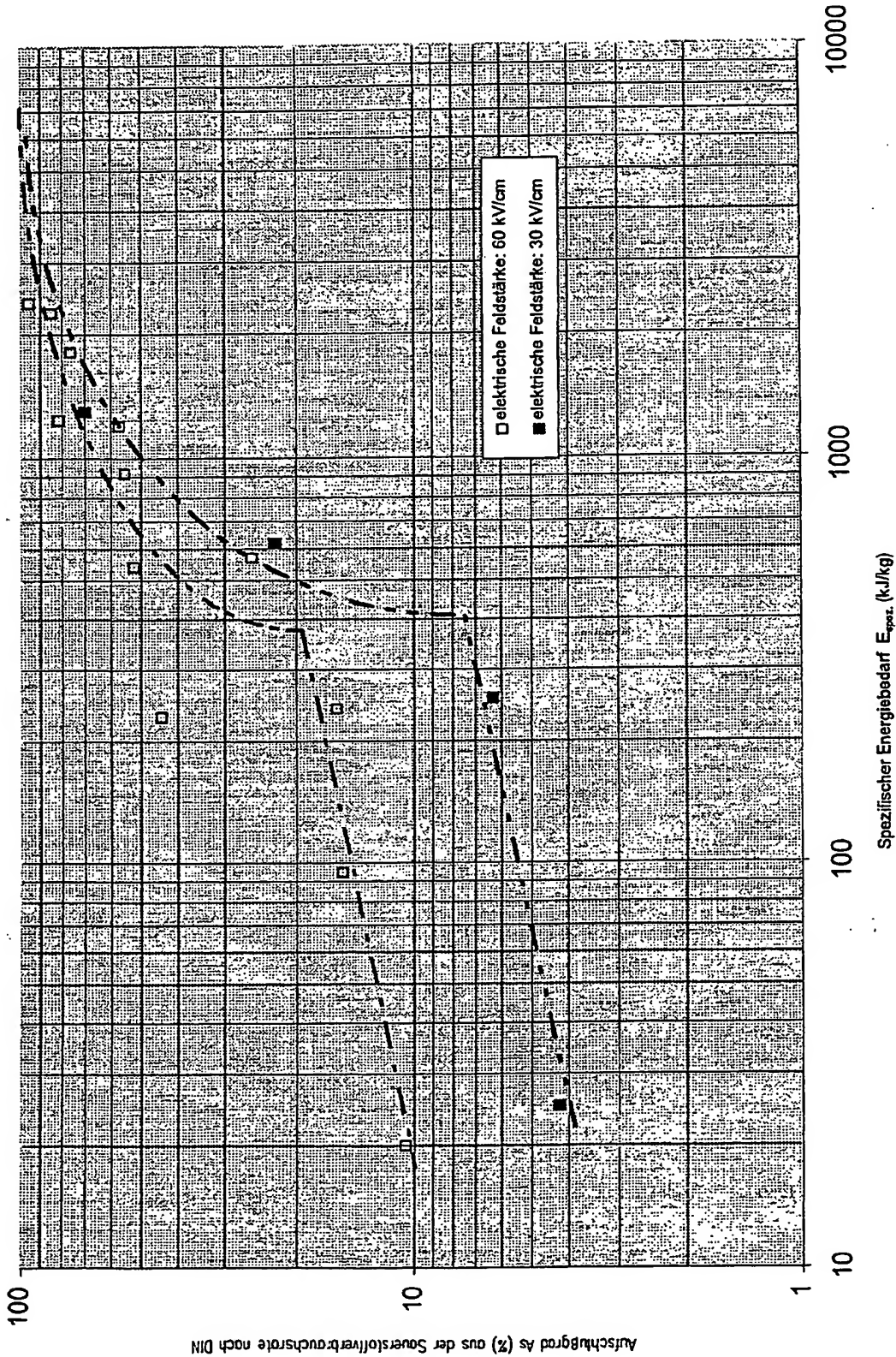
60

65



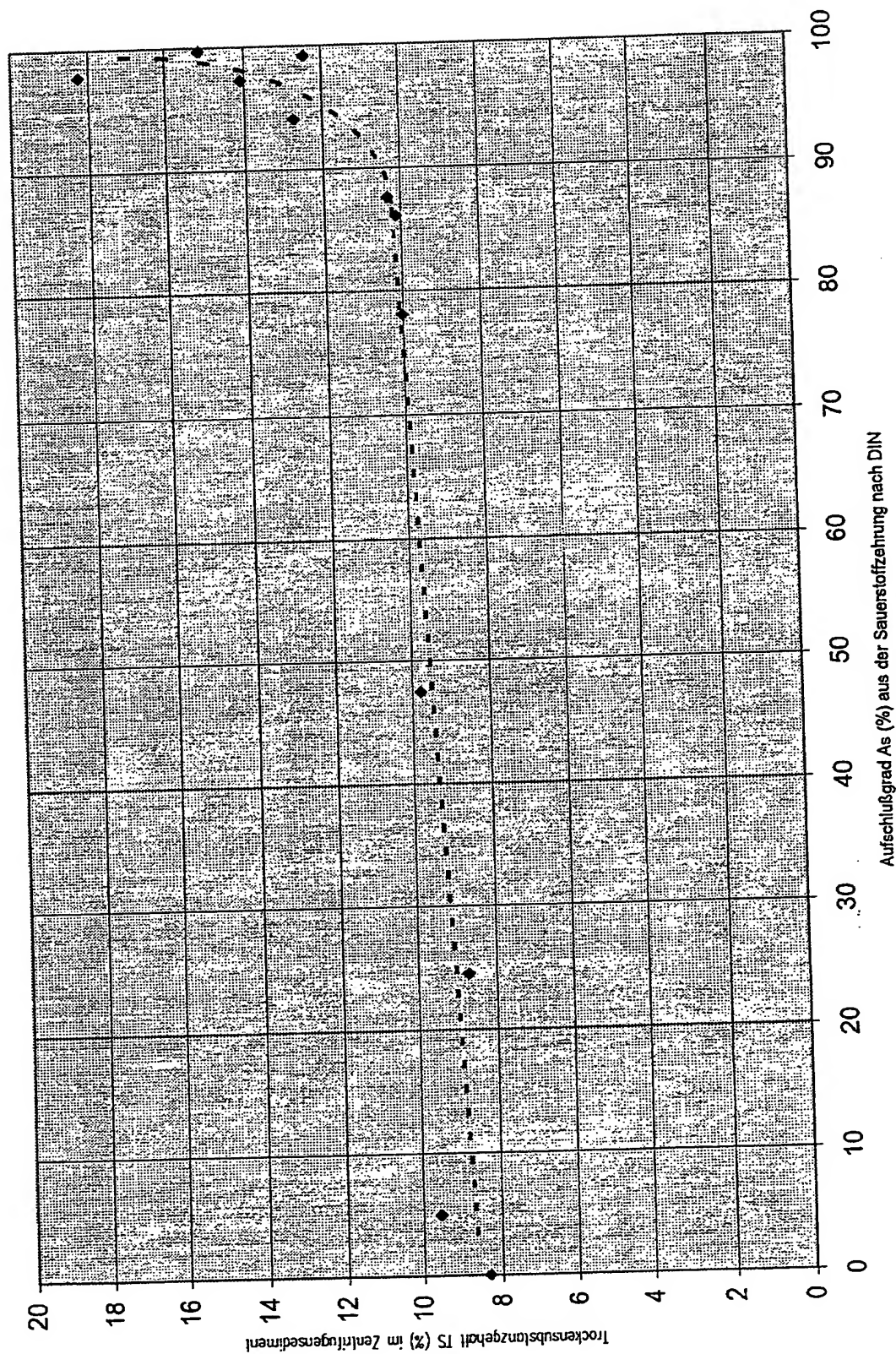
Technikumsanlage: Stoßspannungsbehandlung von biologischen Schlamm
Bild 0

Bild 1

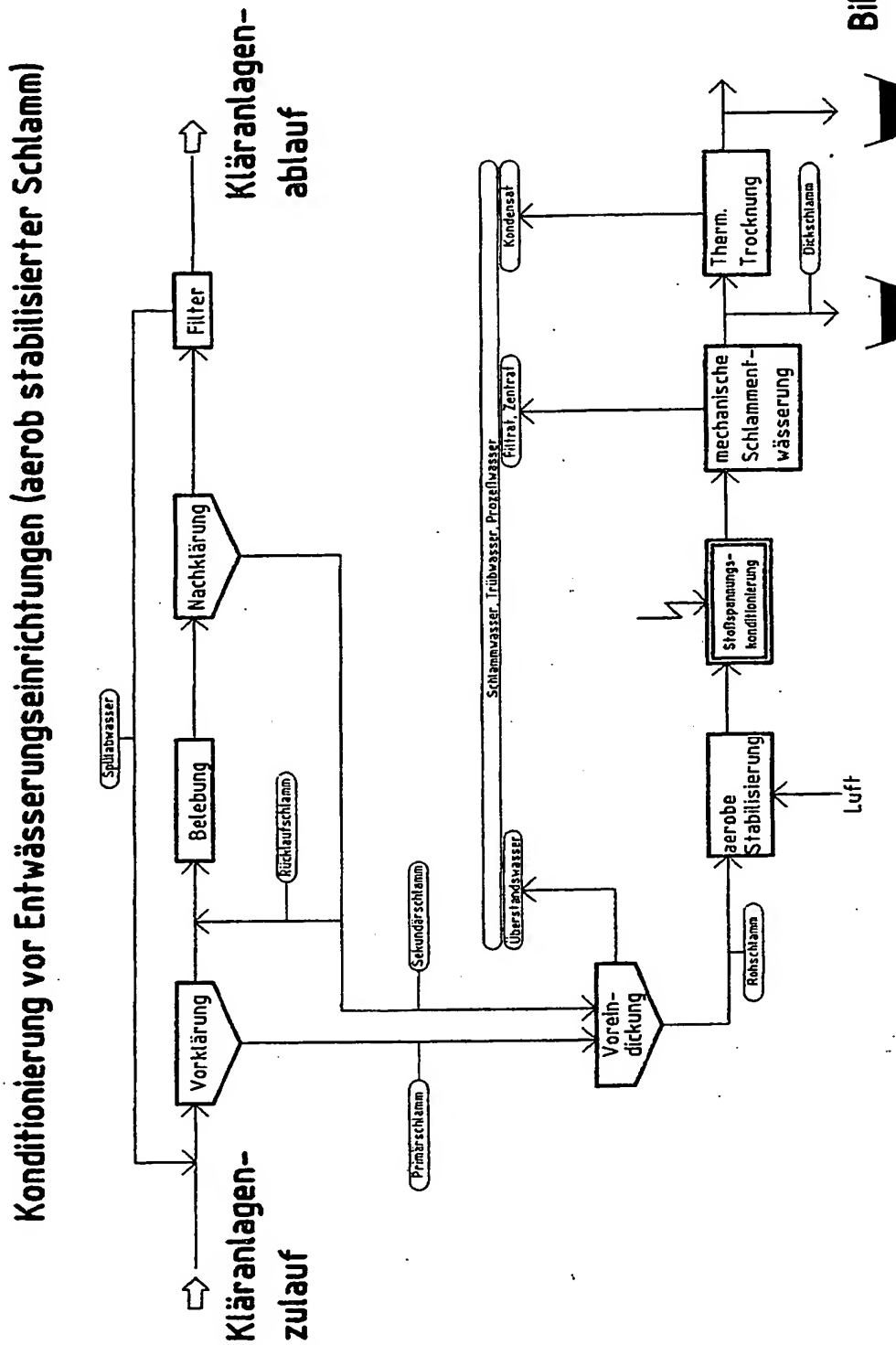


Stoßspannungsbehandlung von aerob stabilisiertem Kommunalschlamm
"Aufschlußgrad in Abhängigkeit der eingesetzten spezifischen Energie"

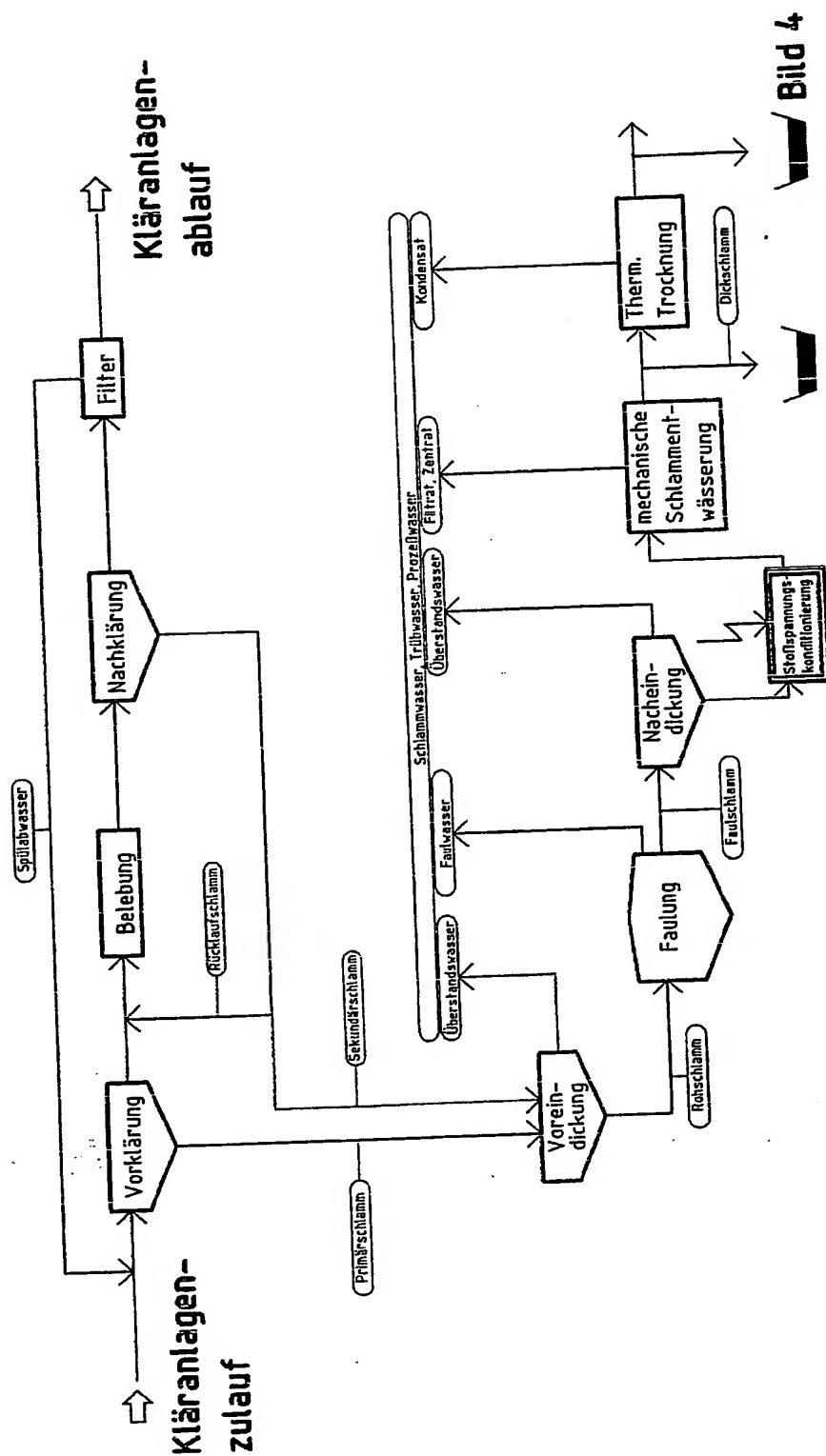
Bild 2



Stoßspannungsbehandlung von aerob stabilisiertem Kommunalschlamm
"Trockensubstanz im Sediment einer Laborzentrifuge"



Konditionierung vor Entwässerungseinrichtungen (anaerob stabilisierter Schlamm)



4. Bild

Behandlung von Faulschlamm zur Erhöhung der Faulgasausbeute

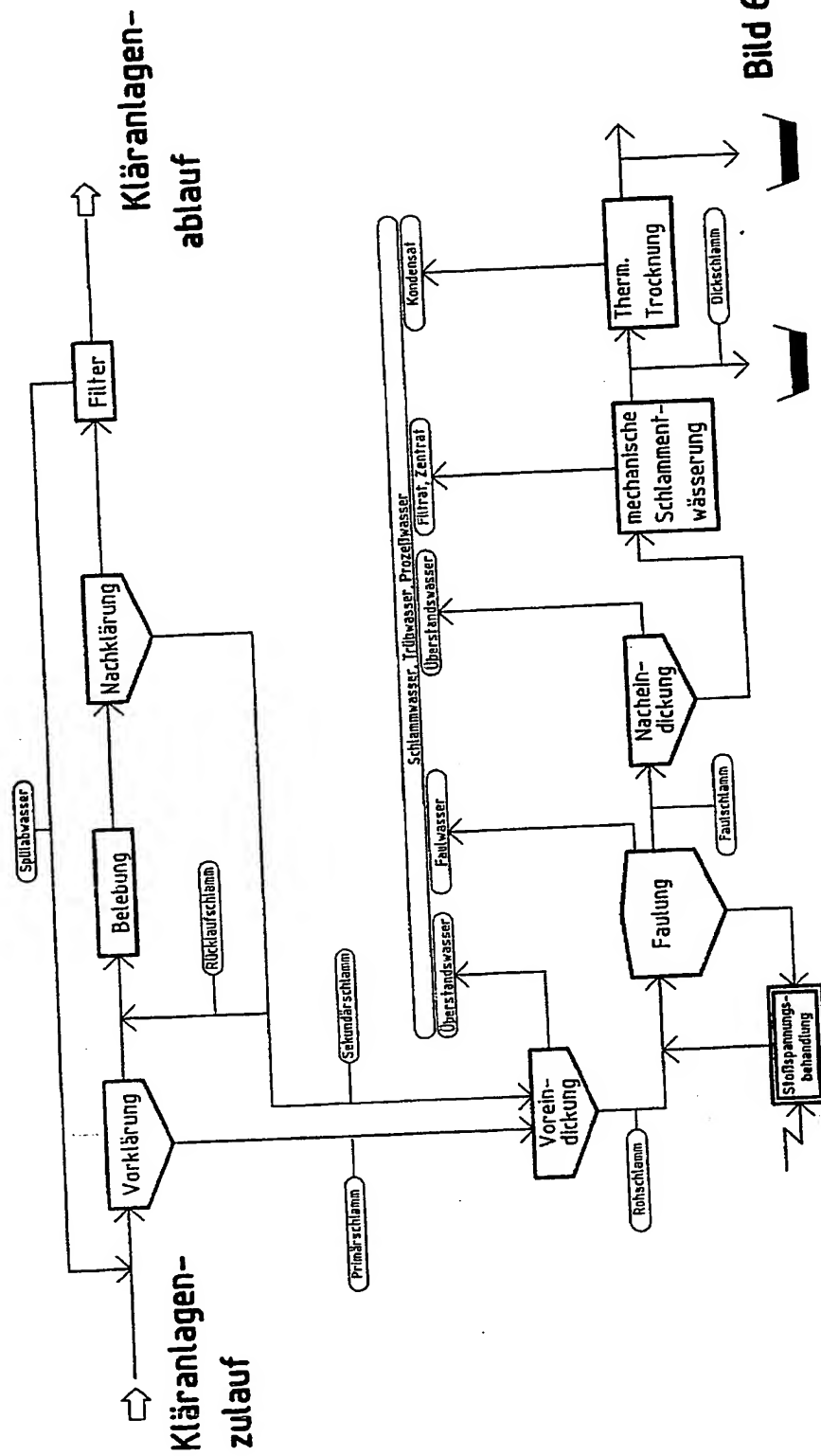


Bild 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)